СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

GEO214 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН (ПРОДВИНУТЫЙ)

2 – лекция

Интерпретация диаграмм электрокаротажа. Интерпретация диаграмм бокового каротажного зондирования

Д.т.н., профессор
Ратов Боранбай Товбасарович



Рис. 1 Классификация электрических методов исследования скважин. Измеряемые величины: $U_{ПС}$ – потенциал самопроизвольной поляризации; $\rho_к$ – кажущееся удельное сопротивление; $\gamma_к$ – кажущаяся удельная проводимость; $\varepsilon_к$ – кажущаяся диэлектрическая проницаемость

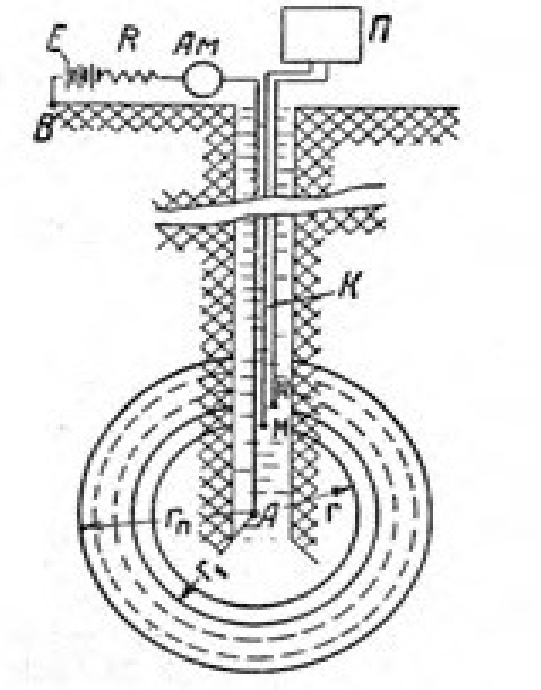
Методы электрокаротажа

•**метод КС** (кажущихся сопротивлений) — наиболее распространенный из методов электрического каротажа, аналогичный ЭП в полевой геофизике;
•**метод БКЗ** (боковых каротажных зондирований) - скважинный аналог метода ВЭЗ; «работает» в пластах большей мощностью (и при) средних значениях ρп/ρс и ρп/ρвм.
•**микрокаротаж** - вариант метода КС с зондовыми установками очень малого размера, прижимаемыми к стенке скважины;
•**БК - боковой каротаж**, используют зондовые установки с фокусировкой тока; эффективен в тонких пластах при больших значениях $\rho_п/\rho_с$ и не эффективен при повышающем проникновении (водоносные пласты).
•**ИК** - эффективен для изучения глин и глинистых пластов, песчаников и карбонатов, насыщенных сильно минерализованной пластовой водой, его можно применять в сухих и обсаженных непроводящими трубами скважинах. Задачи, решаемые ИК те же, что КС и БК.
•**метод ПС** - скважинный вариант метода естественного поля в электроразведке;

КАРОТАЖ СОПРОТИВЛЕНИЯ (КС)

КС — основной метод электрического каротажа скважин, в основе которого лежит различное удельное электрическое сопротивление пород и полезных ископаемых. Измерения кажущегося удельного сопротивления (ρ_k) производятся при помощи ***каротажного зонда***, опускаемого в скважину на ***каротажном кабеле***. Зонд состоит из двух сближенных и одного удаленного электрода; четвертый электрод заземляется на поверхности. Через два питающих электрода пропускается электрический ток, с помощью двух др. приемных электродов измеряется разность потенциалов ΔU

А и В – токовые электроды;
М и N – измерительные электроды;
П – измерительный прибор;
К – трехжильный кабель;
Е –источник тока;
R – сопротивление;
Ам – амперметр



Типы зондов КС

В зависимости от удельного сопротивления пластов, их мощности и диаметра скважин применяются зонды различных размеров (от 0,3 до 4 м реже более) и типов:

- 1) **потенциал-зонды** (сближены электроды разного назначения — питающий и приемный);
- 2) **градиент-зонды** (сближены электроды одинакового назначения);

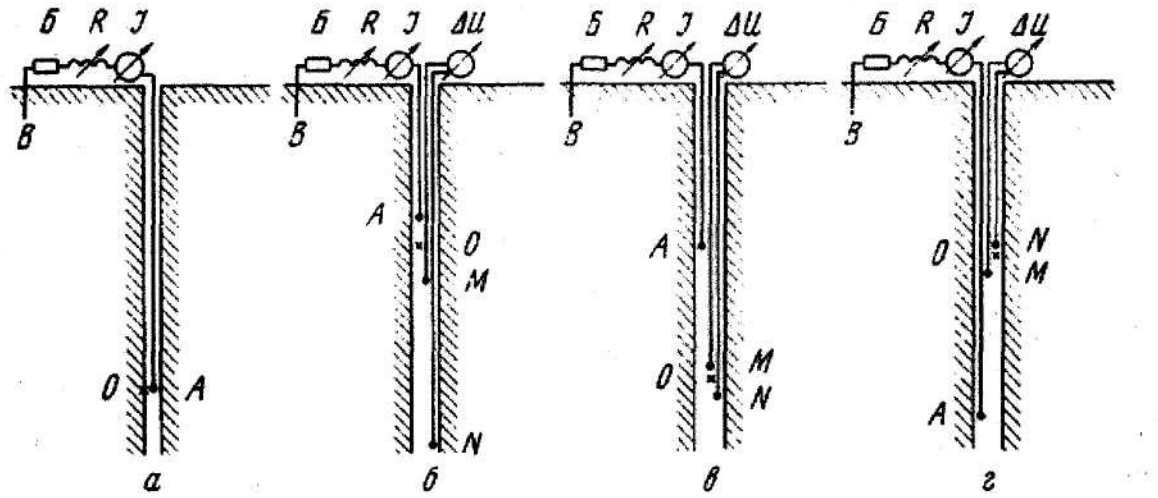


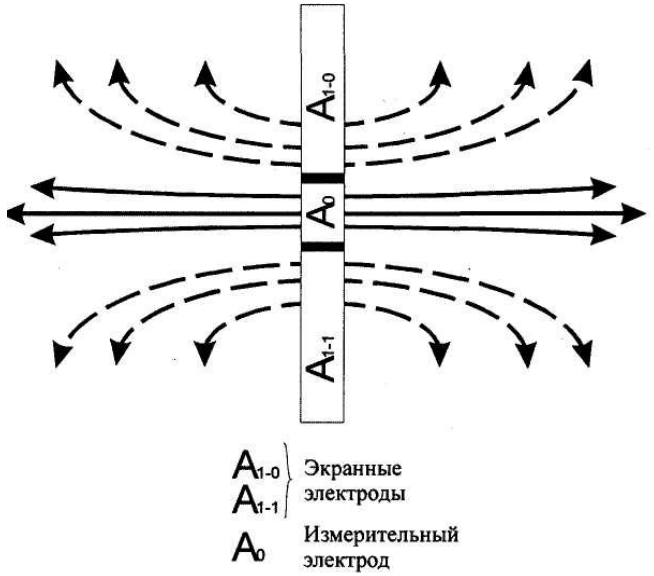
Рисунок 2.
Б - батарея или другой источник питания, R - реостат для регулировки силы тока, I - прибор, измеряющий силу тока, MN - приемные измерительные электроды, ΔU - прибор для измерения (регистрации) разности потенциалов, О - точка записи, к которой относят результаты замеров; а - одноэлектродный зонд токового каротажа, б - трехэлектродный потенциал-зонд, в - трехэлектродный подошвенный (последовательный) градиент-зонд, г - трехэлектродный кровельный (обращенный) градиент-зонд.

БОКОВОЙ КАРОТАЖ (БК)

БК - электрические исследования фокусированными зондами с фокусировкой тока в радиальном направлении с помощью экранных электродов. Измеряемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление.

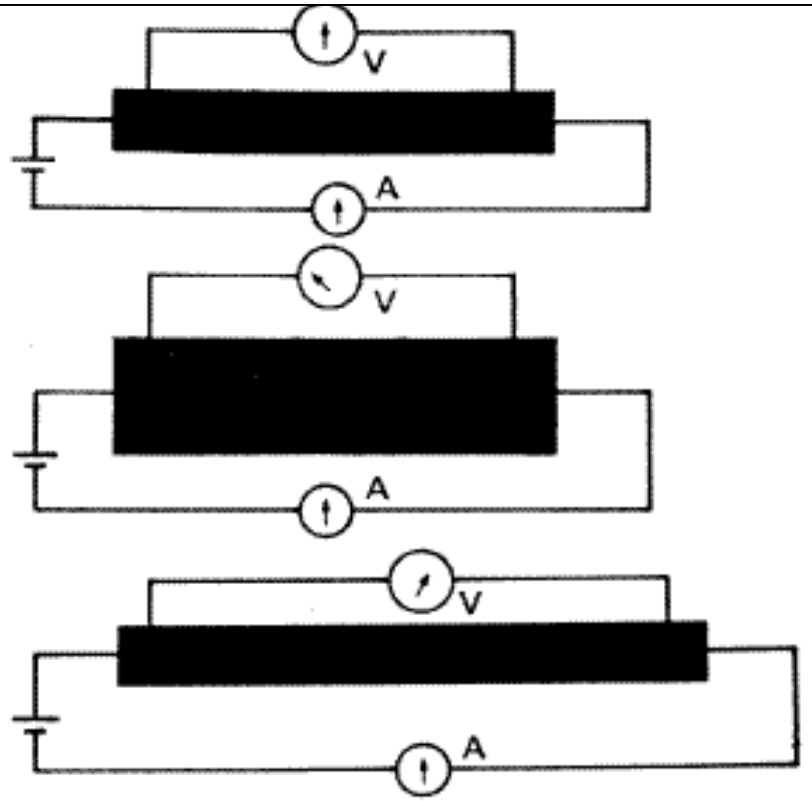
Значения кажущихся сопротивлений рк, измеряемые при боковом каротаже, слабо искажаются влиянием скважины и вмещающих пород. Поэтому БК эффективен при изучении разрезов с частым чередованием пластов, характерным, например, для карбонатных пород, а также в условиях высоких отношений удельных сопротивлений пород $\rho_п$ и промывочной жидкости $\rho_с$.

Благодаря высокому вертикальному, разрешению БК целесообразно применять также для исследования терригенных разрезов, разбуренных на пресных и минерализованных промывочных жидкостях.



Боковой трехэлектродный зонд состоит из центрального электрода A_0 и двух экранных Ai_{1-0} и A_{1-1}, разделенных изолирующими промежутками. При производстве ГИС на все три электрода подается одинаковое напряжение и измеряется величина падения напряжения между центральным электродом A_o и удаленным электродом расположенным на корпусе прибора.

Сопротивление увеличивается с длиной, уменьшается с увеличением площади поперечного сечения



Необходимо иметь более универсальную и не зависящую от изменений размера величину – удельное электрическое сопротивление – сопротивление единицы объема

$$R = \frac{ra}{L}$$

$$\frac{\text{OHM-METERS}^2}{\text{METER}}$$

R = resistivity
a = area
L = length
r = resistance

В большинстве электрических методов ГИС измеряется удельное электрическое сопротивление

Типы зондов КС

- питающие или токовые электроды А и В и измерительные, они же приемные, М и N называются парными электродами;
- Зонды, у которых сближены парные электроды, называются ***градиент-зондами (lateral device);***
- зонды, у которых сближены непарные электроды - ***потенциал-зондами (normal device).***
- зонды, у которых парные электроды располагаются выше непарного, называются обращенными,
- зонды, у которых парные ниже непарного называются последовательными зондами.
- Длиной градиент-зонда является расстояние от удаленного электрода до середины расстояния между сближенными *L=AO* или L=MO;
- Длиной потенциал-зонда является расстояние между сближенными электродами, т.е. для потенциал-зонда всегда L=AM.

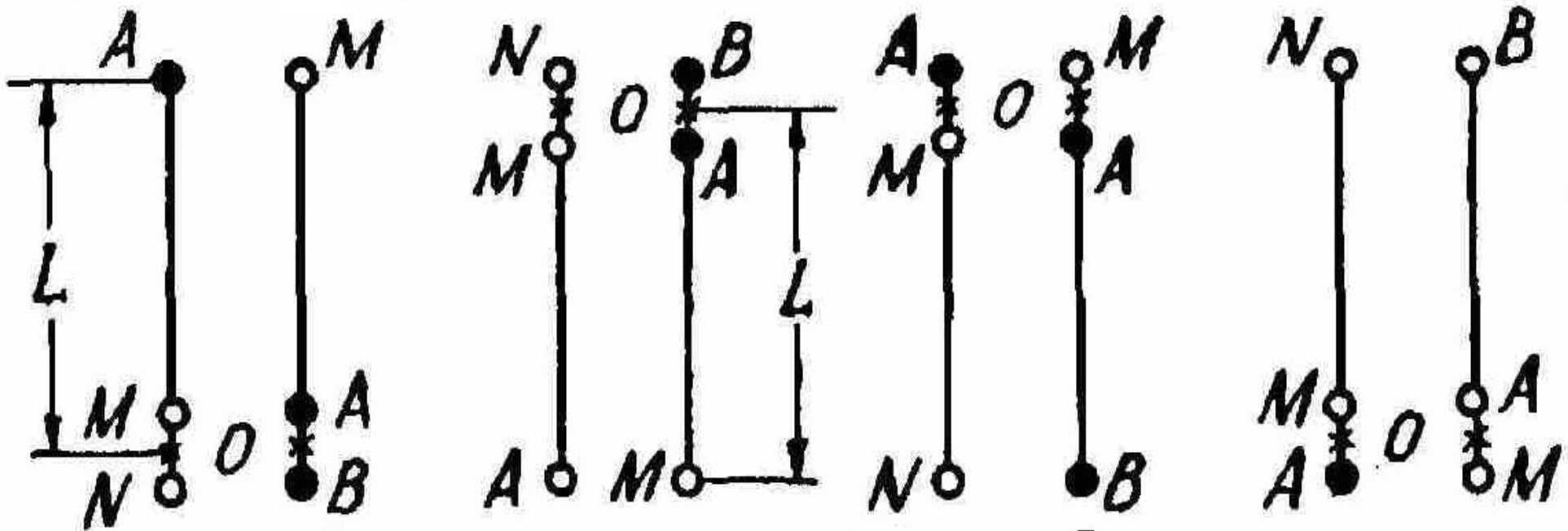
Градиент-зонды

Потенциал-зонды

$L = AM$

Последовательные

Обращенные



Однополюсн. Двуполюсные Однополюсн. Двуполюсные

Измерительные, или приёмные, электроды (электроды M и N) – электроды, служащие для соединения с измерительной цепью точек поля, между которыми измеряют разность потенциалов.

Одноимённые (парные) электроды – два электрода зонда, включенные в одну цепь, токовую или измерительную.

Непарный электрод – электрод зонда, включенный в одну цепь (токовую, измерительную) с находящимся на поверхности (не входящим в состав зонда) электродом.

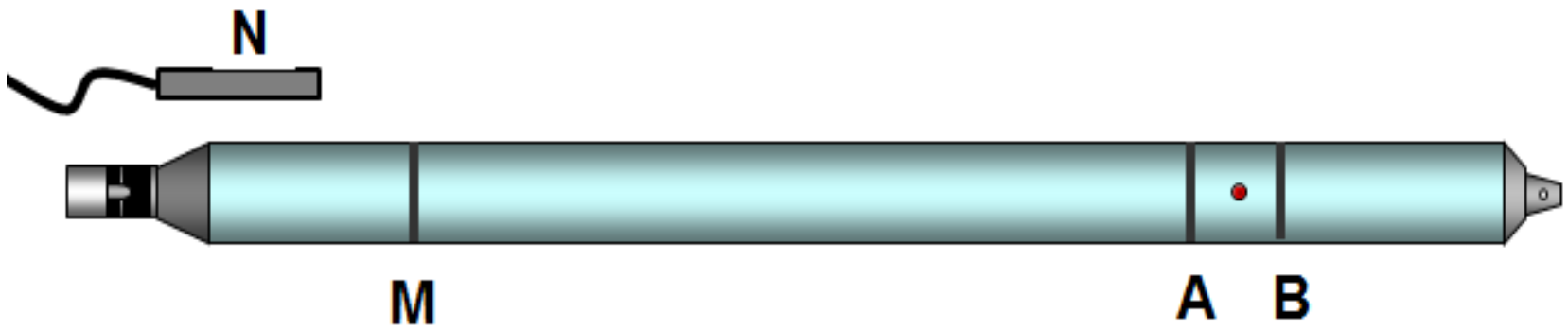
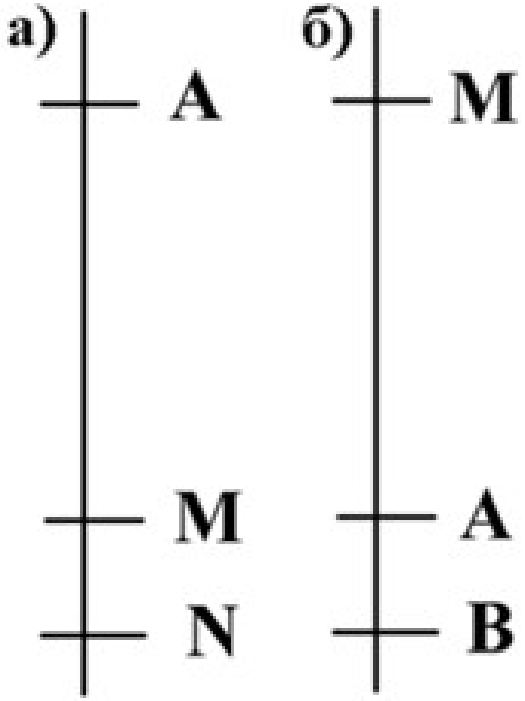


Рисунок № 5. Трёх электродный подошвенный градиент – зонд.
N – поверхностный электрод «РЫБА»; (M и N) или (A и B) – могут быть как измерительными, так и питающими электродами; M и N – одноимённые (парные) электроды; A и B – одноимённые (парные) электроды; M – непарный электрод.

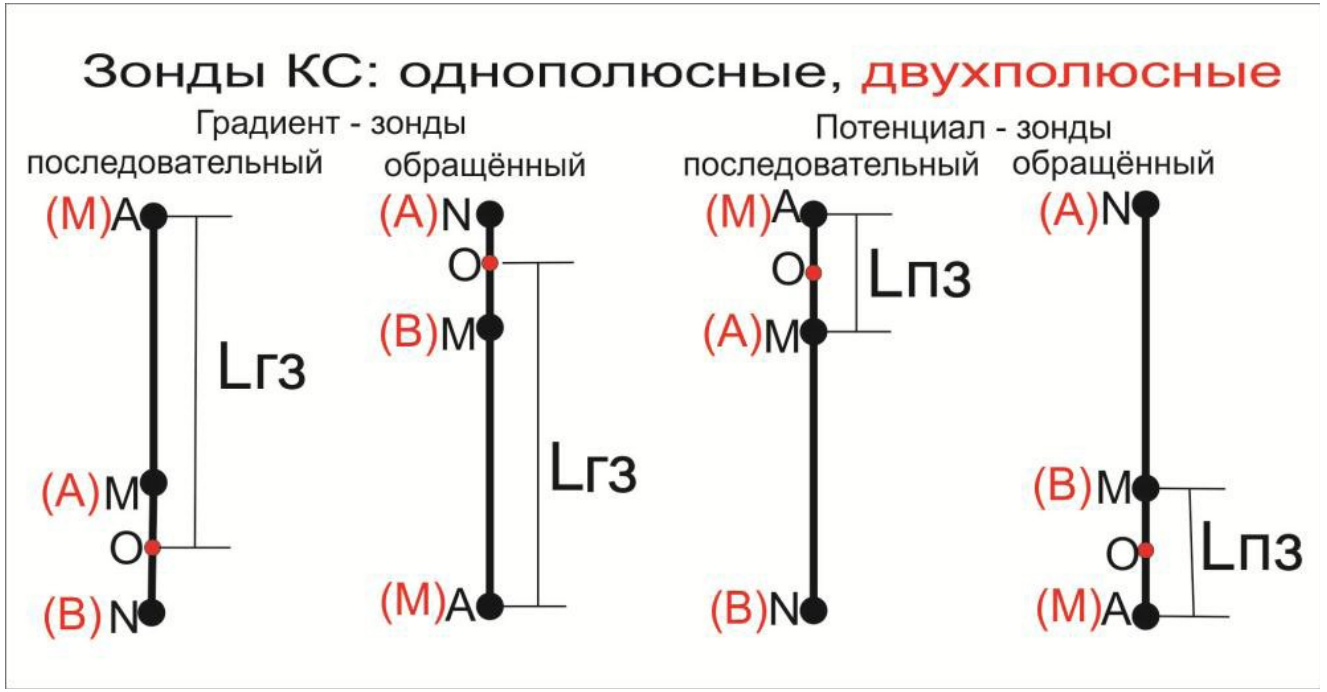


Названия обычных зондов кажущегося сопротивления в зависимости от количества токовых электродов, расположенных в скважине.

Зонд, у которого только один токовый электрод расположен в скважине, называется однополюсным. Зонд, у которого два токовый электрода расположены в скважине, называется – двухполюсным.

Название обычных зондов в зависимости от порядка расположения парных и непарных электродов в скважине

•По порядку расположения электродов зонды делятся на последовательные и обращенные. У последовательного зонда парные электроды находятся ниже непарного, у обращенного — парные электроды выше непарного.



Кривые зондов кажущегося сопротивления. Обработка диаграмм зондов КС

•***Кривые*** потенциал – зонда (ПЗ) – симметричны относительно середины пласта. Кривые обычного градиент – зонда (ГЗ) – ассиметричны относительно середины пласта.

•***Обработка диаграмм*** зондов КС сводится к нахождению границ пластов, снятию показаний, определению истинных сопротивлений пластов.

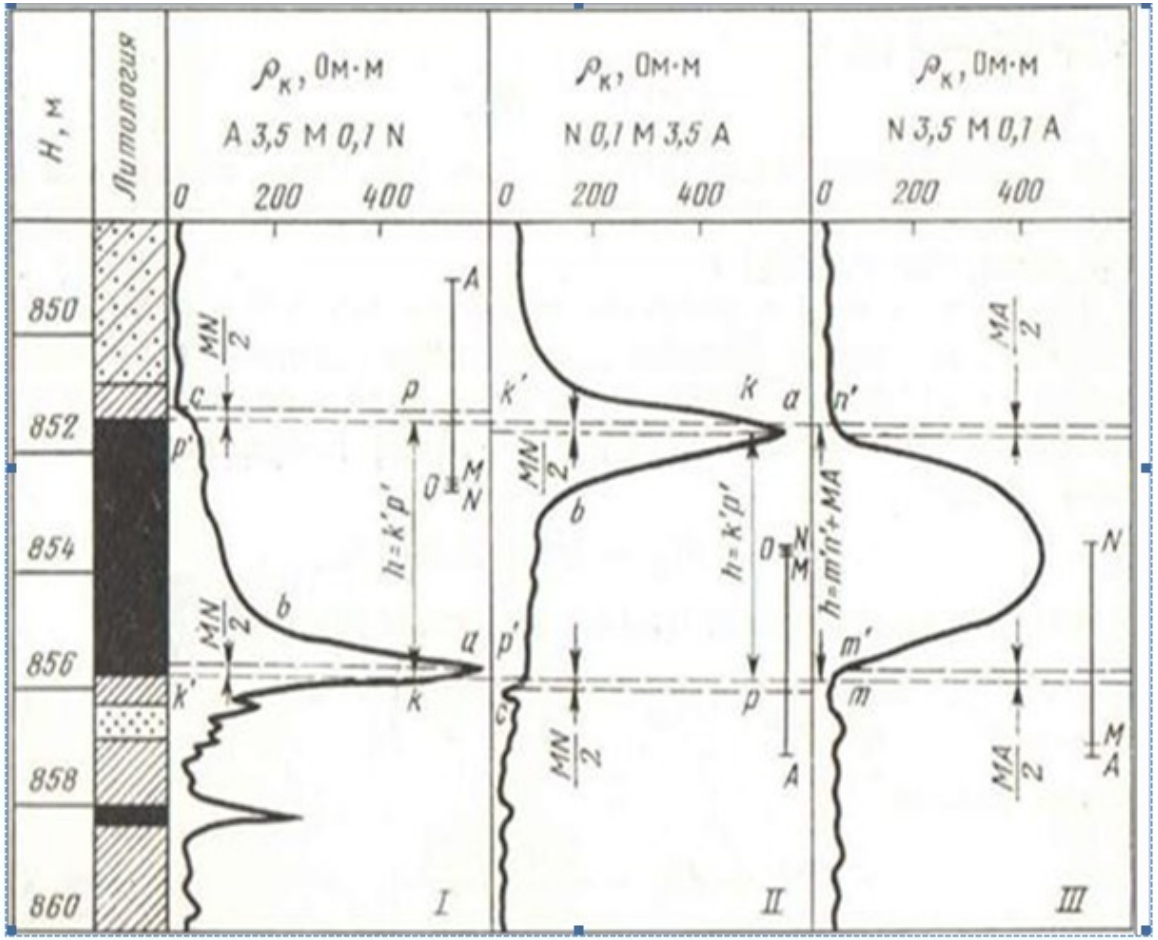
Границы мощных пластов высокого сопротивления находятся:

- в точке резкого подъѐма кривой потенциал - зонда;

- по точкам минимальных и максимальных показаний на кривых градиент – зондов (с небольшой длиной зонда).



ДИАГРАММЫ КАЖУЩЕГОСЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ



Основные принципы интерпретации

Электрокаротаж основан на измерении различных

Что м

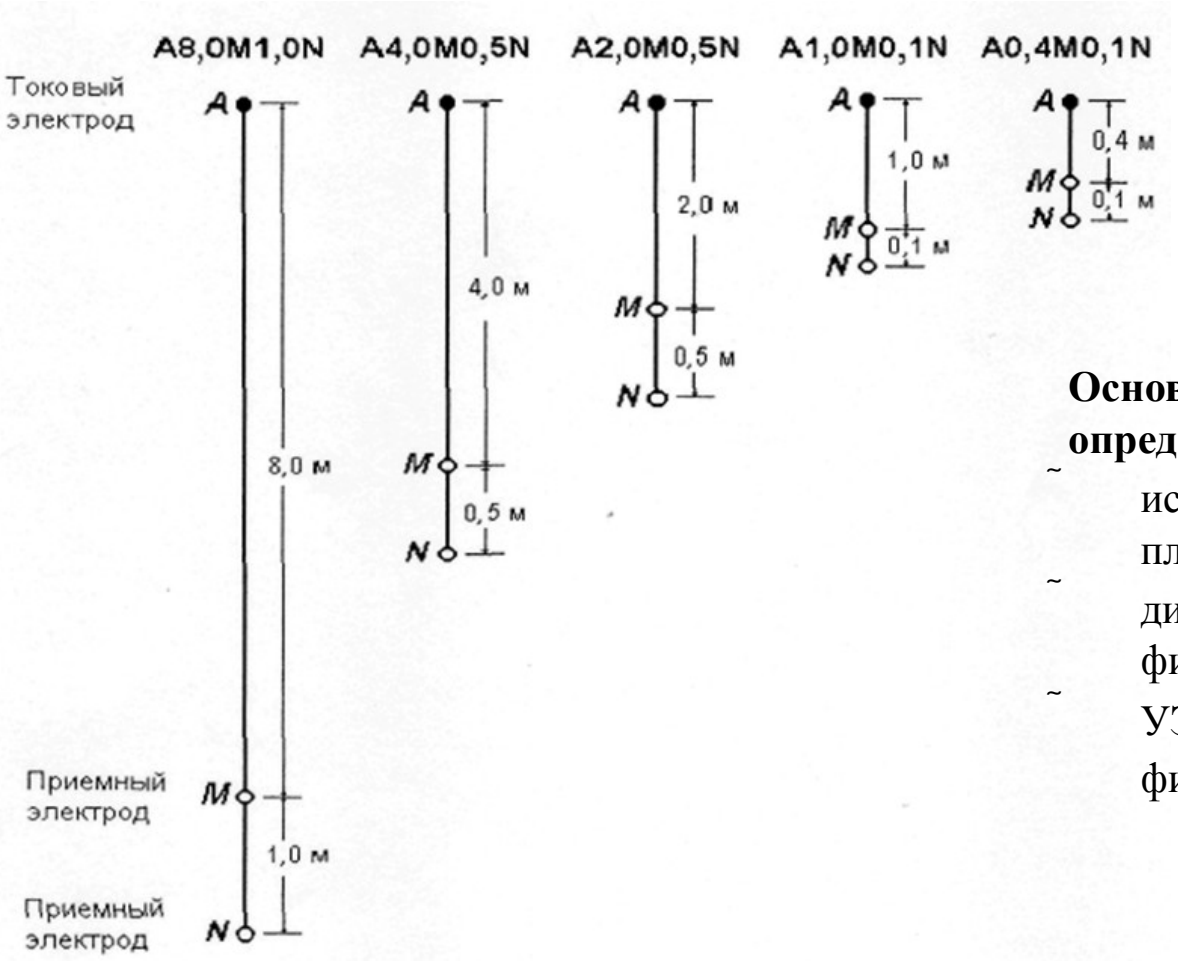
•Лито

Напр

как п

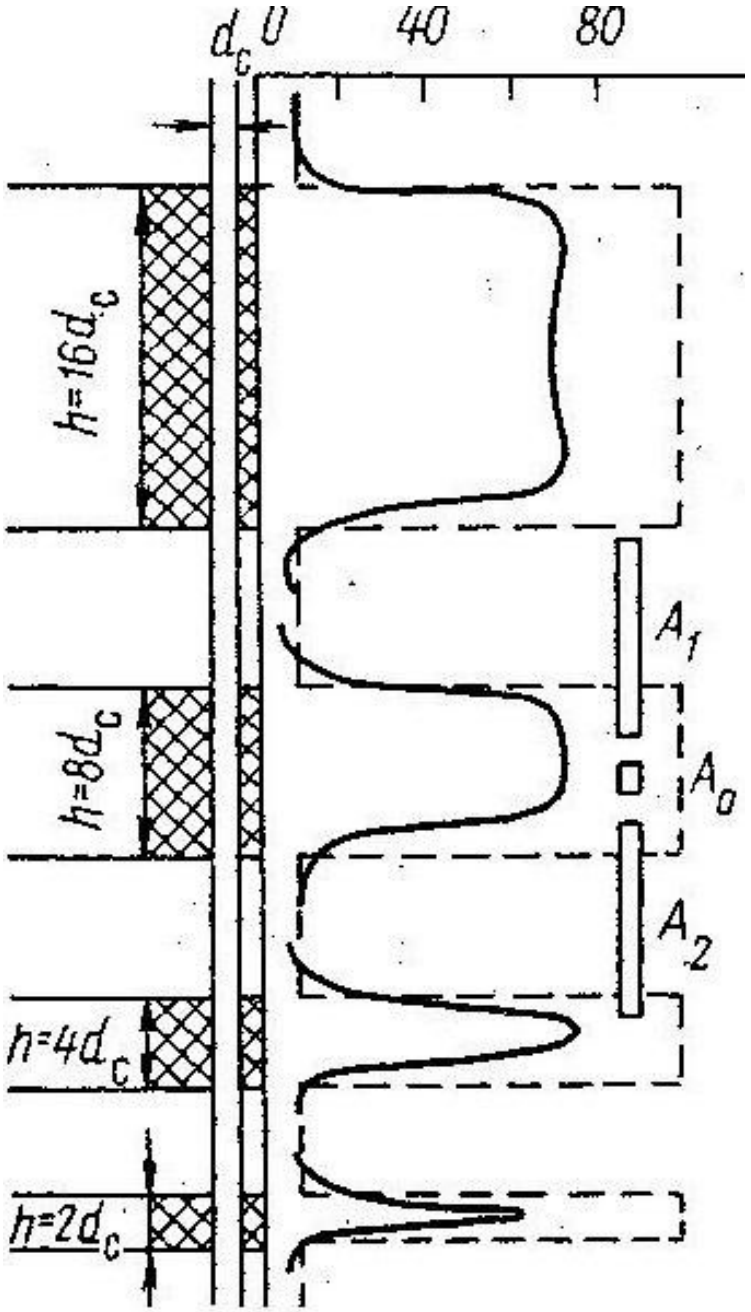
•**Боковое каротажное зондирование (БКЗ)** представляет собой исследование скважины серией однотипных обычных зондов, имеющих различные размеры, от которых зависит глубина исследования.

• В комплекс БКЗ входят следующие зонды КС:
A0,4M0,1N, A1M0,1N, A2M0,5N, A4M0,5N, A8M1N.



Основное назначение БКЗ – определение:

- истинного УЭС мощных пластов,
- диаметра зоны проникновения фильтрата бурового раствора,
- УЭС зоны проникновения фильтрата бурового раствора.



Кривые БК симметричны относительно середины пласта. Границы пластов высокого сопротивления отбиваются по кривым трѐхэлектродного зонда БК по ее резкому подъему.

Задачи,решаемые методом БК

- Изучение разрезов скважин
- Выделение коллекторов, по временным замерам и методу 2-х растворов в комплексе с МБК
- Определение ρзп , ρп , Кнг